



**Caracterización composicional y textural de las principales unidades
conglomeráticas neógenas y cuaternarias expuestas al norte del Cinturón
Plegado de San Jacinto.**

Daniel Isaac Fernandez Bastidas

Pregrado de Geología.

Departamento de Física y Geociencias.

Barranquilla, Atlántico

2020

**Caracterización composicional y textural de las principales unidades
conglomeráticas neógenas y cuaternarias expuestas al norte del Cinturón
Plegado de San Jacinto.**

Daniel Isaac Fernandez Bastidas

Director

Felipe Lamus Ochoa

Trabajo de grado para optar al título de: Geólogo

Pregrado de Geología.

Departamento de Física y Geociencias.

Barranquilla, Atlántico

2020

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a:

Mis padres que me acompañaron y apoyaron en todo el proceso durante estos años incondicionalmente.

Al profesor Felipe Lamus director del trabajo de grado, al profesor Aldo Rincón por todo su apoyo en el campo, al profesor Camilo Montes por su apoyo y consejo durante el proceso.

A mis compañeros Carlos Ortiz y Jorge Galeano por sus colaboraciones durante el proceso de análisis de conglomerados.

Tabla de contenido

Lista de Figuras	5
Resumen	6
1. Introducción	7
2. Objetivos	8
2.1.Objetivo general	8
2.2.Objetivos específicos	9
3. Zona de estudio	9
4. Marco geológico	11
4.1.Estratigrafía generalizada del CPSJ	11
4.2. Geología estructural del CPSJ	13
4.3.Estratigrafía de la zona de estudio	14
4.4.Geología estructural y relaciones entre las unidades muestreadas 	15
5. Metodología	16
6. Resultados	17
6.1.Descripción de las unidades	17
6.2.Composición de los clastos	22
7. Discusión	26
8. Conclusión	29
9. Referencias	30

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de la zona de estudio con la ubicación de las localidades muestreadas. (Modificado de Gómez et al., 2015)	10
Figura 2. Cuadro cronoestratigráfico del Cinturón Plegado de Sinú San Jacinto (Modificado de Aguilera, 2011; Cardona et al., 2012; De Porta, 1974; Guzman et al., 2004; Mora et al., 2018)	12
Figura 3. Principales características estructurales del Sinú San Jacinto (Mantilla Pimiento, 2009). Nótese que la cuenca Sinú San Jacinto se divide en dos debido a sus marcadas diferencias estructurales	14
Figura 4. Corte geológico con las principales estructuras en el área de estudio	16
Figura 5. Columna esquemática de la localidad de Tubará y fotografía de las estructuras de double mud drapes	18
Figura 6. Columna esquemática de la localidad El Vaivén y fotografía de las capas de conglomerados	19
Figura 7. Columna esquemática de la localidad Aguada de Pablo	20
Figura 8. Columna esquemática de la localidad de Rotinet	21
Figura 9. Tipos de clastos por localidades, en la esquina derecha inferior se muestra la ubicación de cada localidad: A. Rotinet. B. El vaivén. C. Aguada de Pablo. D. Tubará	23
Figura 10. Variaciones de las poblaciones de clastos en las diferentes localidades	24
Figura 11. Histogramas con curvas de frecuencia relativa acumulada. La curva roja representa la frecuencia acumulada total. la curva azul representa la frecuencia relativa acumulada de los clastos con alta esfericidad, la curva roja amarilla representa la frecuencia relativa acumulada de los clastos con baja esfericidad. MR: muy redondeados, R: redondeados, SR: subredondeados, SA: subangulares, A: angulares, MA: muy angulares	25
Figura 12. Variaciones de las poblaciones de clastos en la zona de estudio, se observa que las unidades más jóvenes contienen mayores porcentajes de chert	27

Resumen.

Unidades conglomeráticas de edades miocenas y cuaternarias afloran en la parte más norte del Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ). La Formación Tubará y las Gravas de Rotinet fueron identificadas en campo y seleccionadas para este estudio. Los trabajos de sedimentología y análisis de conglomerados realizados en el CPSJ han estado enfocados en los conglomerados Paleógenos de este cinturón. Hasta la fecha en la literatura no se reportan datos estadísticos de las poblaciones de clastos de las unidades conglomeráticas neógenas y cuaternarias estudiadas en este trabajo. Se tomaron muestras en cuatro puntos de control dentro de la zona de estudio (Tubará, El Vaivén, Aguada de Pablo, Rotinet). Tras determinar sus características por conteos de clastos, se encontró que estas localidades son diferentes composicional y texturalmente. El 35% de los clastos de la Formación Tubará son fragmentos ígneos, siendo la mayor población de fragmentos ígneos dentro de las cuatro localidades muestreadas. Texturalmente esta localidad presenta la mayor proporción de clastos angulares con un 67% en las categorías subangulares a muy angulares. En las gravas de Rotinet el 67% de los clastos son fragmentos de Chert. Texturalmente el 63% de los clastos se encuentran entre las categorías de subredondeados a muy redondeados. Teniendo en cuenta estas características, se sugiere que la formación Tubará ha sido la menos retrabajada en el área de estudio. Esto se puede relacionar a que es la más antigua.

Palabras clave: Conglomerado, Cinturón Plegado de San Jacinto, Retrabajamiento, Formación Tubará, Gravas de Rotinet.

Abstract

Conglomeratic units of Miocene and Quaternary ages outcrop in the northernmost part of the San Jacinto Fold Belt (SJFB). Tubará Formation and the Rotinet Gravels were identified in the field and selected for this study. The sedimentology and conglomerates analysis that has been done at the SJFB has been focused on the Paleogene conglomerates of this belt. Until today, there is no statistical data reported from clast populations of the Neogene and quaternary units involved in this study. Samples were taken at four control points within the study area (Tubará, El Vaivén, Aguada de Pablo, Rotinet). After determining their characteristics by clast counts, these localities were found to be compositionally and texturally different. 35% of the clasts of the Tubará Formation are igneous fragments, being the largest population of igneous fragments within the four sampled localities. Texturally, this locality has the highest proportion of angular clasts with 67% in the subangular to very angular categories. In Rotinet gravels 67% of the clasts are Chert fragments. Texturally, 63% of clasts are in categories from subrounded to well rounded. Taking these characteristics into account, it is suggested that the Tubará formation has been the least reworked in the study area.

Keywords: Conglomerates, San Jacinto Fold Belt, Rework, Tubará Formation, Rotinet Gravels.

1. Introducción

Conocer los principales eventos tectono-estratigráficos que tienen lugar en una cuenca es fundamental para entender la evolución geológica de una determinada zona. Las rocas sedimentarias clásticas se forman a partir de la erosión de las rocas en el área fuente, el transporte y la depositación de fragmentos sobre un sustrato. Brechas y conglomerados contienen detritos que sobrepasan tamaños de grano de gránulos o guijarros lo que los hace, en general, sencillos de identificar en una descripción macroscópica. Los conteos de clastos de conglomerados han sido la herramienta utilizada para determinar las proporciones relativas de diferentes tipos de clastos en una roca. Los resultados de este análisis permiten generar hipótesis acerca de cuáles son los principales cuerpos de roca que están aportando sedimentos a una cuenca. Esta técnica, puede ser utilizada en unidades de una misma cuenca con diferentes posiciones estratigráficas para determinar los cambios en las fuentes de sedimentos (Bayona et al., 2007; Lamus et al., 2013; Osorio-Granada et al., 2020).

Una activa e intensa tectónica de placas es la principal característica del periodo Paleógeno del norte de los Andes (Restrepo-Moreno et al., 2019; Montes et al., 2019; Osorio-Granada et al., 2020). Como producto de esta intensa actividad tectónica se generan levantamientos acompañados de la apertura de cuencas y depositaciones sintectónicas de rocas detríticas. Durante el Neógeno el Bloque Chocó continúa migrando hacia el noreste, generando en este periodo la mayor tasa de compresión en el margen noroeste de Suramérica tras su colisión asociada a fuertes pulsos orogénicos en el norte de los andes (Aguilera, 2011). El Cinturón Plegado de Sinú-San Jacinto es el producto de procesos tectono-estratigráficos directamente relacionados con la evolución del Norte de los Andes. Este cinturón se divide en dos dominios, Cinturón Plegado del Sinú y Cinturón

Plegado de San Jacinto, separados por el sistema de fallas de Romeral (Alfaro y Holz, 2014; Flinch, 2003; Mantilla-Pimiento, 2007).

Luego de realizar una cartografía en el Norte del departamento del Atlántico en conjunto con Galeano (2020) surgieron las siguientes dudas. ¿Cómo varía la composición y la textura de las unidades conglomeráticas neógenas y cuaternarias del Norte del San Jacinto? ¿Cómo son las fuentes más proximales que están aportando a la procedencia de estas unidades? Es importante responder estas preguntas debido a que nunca se ha realizado un trabajo de este tipo en la zona para responder interrogantes acerca de las variaciones composicionales y texturales que pueden registrarse en estas unidades conglomeráticas. Tampoco se encuentran datos estadísticos en la literatura geológica acerca de las poblaciones de clastos en estas unidades conglomeráticas neógenas y cuaternarias. Esto se da debido a que todos los trabajos de procedencia que se han realizado en el CPSJ han estado focalizados en los Conglomerados Paleógenos, sin embargo, el estudio de las unidades conglomeráticas neógenas y cuaternarias del norte del CPSJ también pueden ayudar comprender la evolución geológica de la zona en periodos geológicos más recientes.

2. Objetivos

2.1.Objetivo general

Analizar los cambios texturales y composicionales de las unidades conglomeráticas expuestas en el norte del Cinturón Plegado del San Jacinto a partir de la identificación de la composición y textura en clastos mayores a dos milímetros.

2.2.Objetivos específicos

- Identificar las proporciones relativas de las composiciones de los clastos mayores a 2 mm de diámetro en las unidades conglomeráticas expuestas en el Sinclinal de Tubará para plantear hipótesis acerca de cuáles son las posibles fuentes de sedimentos.
- Determinar por medio de un análisis de texturas de granos cuáles son las unidades más retrabajadas en la zona de estudio.

3. Zona de estudio

El área de estudio se encuentra en la Costa Caribe Colombiana en el Departamento del Atlántico. Esta zona se caracteriza por ser una zona semiárida donde la media de temperaturas anuales varía entre los 26°C y 28°C y la tasa de precipitación en la zona oscila entre 500 mm/año y 1500 mm/año (IDEAM, 2014). Las ciudades principales cercanas al área de estudio son Barranquilla y Cartagena, las principales vías de acceso son la Vía al Mar y la Cordialidad. Las poblaciones más cercanas a las localidades son Tubará y el Vaivén al Norte, y al Sur Rotinet y Aguada de Pablo en el área del Embalse del Guájaro (Figura1). En el área de Tubará y el Vaivén la expresión geomorfológica de las unidades expuestas son cerros que obedecen a la disposición y estructura de las capas que los conforman. Por el contrario, en el Área del Embalse del Guájaro la geomorfología no refleja de manera clara la disposición y estructura de las capas.

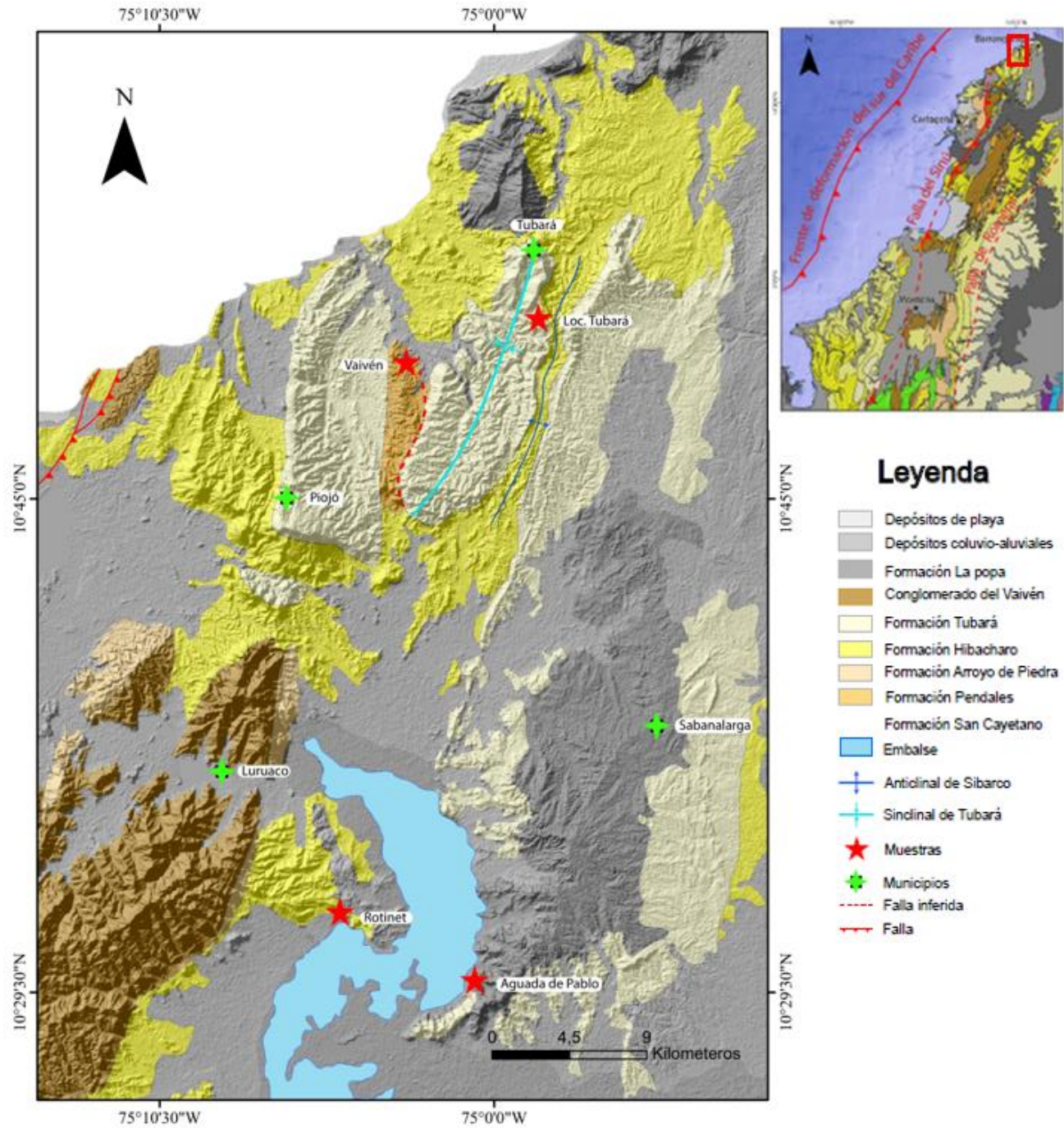


Figura 1. Mapa de la zona de estudio con la ubicación de las localidades muestreadas. (Modificado de Gómez et al., 2015).

4. Marco geológico

El Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ) está ubicado en la esquina Nor-occidental de Suramérica, en la región del Caribe Colombiano entre la terminación de las Cordilleras Nor-Andinas y el Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta. El CPSJ está aislado geomorfológicamente de las principales Cordilleras Nor-Andinas, este consiste topográficamente en conjuntos de colinas y serranías con altitudes menores a los 1000 m.s.n.m.

4.1.Estratigrafía generalizada del CPSJ

El Cinturón Plegado de San Jacinto expone rocas con edades desde el Cretácico superior hasta el Cuaternario (Figura 2). La secuencia sedimentaria del CPSJ inicia en el Cretácico tardío con una discordancia entre un basamento de afinidad oceánica y la Formación Cansona. Esta formación consiste en lodolitas silíceas, chert, conglomerados matriz soportados con aportes de clastos volcánicos básicos, aparentemente se depositó en un ambiente marino profundo (Guzman et al., 2004). Hacia el tope, la Formación Cansona está suprayacida por otra discordancia de edad Paleocena, sobre esta discordancia se encuentra la Formación San Cayetano (Alfaro y Holz, 2014; Bürg et al., 1961; Guzman et al., 2004; Duque-Caro, 1979).

La Formación San Cayetano está constituida por litoarenitas conglomeráticas de grano fino con aportes siliciclásticos importantes depositadas en ambientes turbidíticos (Guzman et al., 2004). El aumento en el aporte de material siliciclástico sumado a la discordancia en la base de la Formación San Cayetano se relaciona directamente con la colisión de la Placa Caribe y la Placa Sudamericana (Cardona et al., 2012; Guzman et al., 2004; Osorio-Granada et al., 2020). En el Eoceno se registra otra discordancia que separa la Formación San Cayetano de las formaciones Pendales, Chengue y Toluviejo, este evento es reconocido como un aumento en la actividad morfotectónica (Guzman et

al., 2004). Las formaciones Chengue y Toluviejo se componen de calizas con componentes terrígenos intercaladas con areniscas de grano medio. Por su parte la Formación Pendales se compone de litarenitas mal seleccionadas con intercalaciones de conglomerados con fragmentos de rocas ígneas y chert. Estas formaciones representan cuñas clásticas en ambientes de abanicos deltaicos y de plataforma somera (Cardona et al., 2012; Osorio-Granada et al., 2020; Mora et al., 2017).

En tiempos del Oligoceno temprano se presenta una regresión que da como resultado la depositación de areniscas y conglomerados de la Formación Ciénaga de Oro en ambientes de abanico deltaico. Durante este periodo se encuentran también formaciones depositadas en ambientes de plataforma como la Formación el Carmen (Bermúdez, 2016; Guzman et al, 2004).

Cinturon Plegado de San Jacinto (CPSJ)									
Edad		Sur		Centro				Norte	
Cuaternario	Pleistoceno	Betulia		Corpa				La popa	
Neógeno	Plioceno			Sincelajo				Rotinet	
		Cenito		Zambrano				Tubará	
	Mioceno	Porquera		Alferez	Jesús del Monte	San Onofre	Mandatú	Mucacal	Hibacharo
				Rancho				Perdices	
Paleógeno	Oligoceno	Ciénaga de Oro		El floral		El carmen			
	Eoceno	Chalán	Toluviejo	San Jacinto			Arroyo de Piedras		
				Chengue	Maco		Palenque	Pendales	
	Paleoceno	San Cayetano		Arroyo Seco				Luruaco	
Cretácico	Superior			Cansona					
Basamento									

Figura 2. Cuadro cronoestratigráfico del Cinturón Plegado de Sinú San Jacinto (Modificado de Aguilera, 2011; Cardona et al., 2012; De Porta, 1974; Guzman et al., 2004; Mora et al., 2018).

Durante el Mioceno medio se registra un evento transgresivo que genera la depositación de formaciones como Hibácharo, San Onofre y Alférez. Posteriormente en el Mioceno tardío – Plioceno ocurre una regresión y se depositan formaciones como Tubará y Zambrano típicas de ambientes transicionales y marino marginales. Este comportamiento se puede asociar a la acreción del Arco de Panamá (Mora et al., 2018). Durante el Pleistoceno, formaciones como Corpa, Betulia y Rotinet se depositan en ambientes fluviales reflejando ambientes más afines a los actualmente encontrados en el CPSJ.

4.2. Geología estructural del CPSJ

El CPSJ tiene una tendencia generalmente Nor-oriental, geológicamente se ha interpretado por diversos autores como un prisma accesimal deformado debido a la interacción entre la Placa Caribe y la Placa Suramericana (Cardona et al., 2012; Duque-Caro, 1984; Guzman et al., 2004). Este Cinturón está delimitado al Sur-oriental por el Sistema de Fallas de Romeral (Figura 3). Al Nor-occidente la Falla del Sinú separa al CPSJ del Cinturón Plegado del Sinú que expone rocas de edades Mío-Pliocenas. Al Sur-occidente el CPSJ está delimitado por el Sistema de Fallas de Uramita (Alfaro y Holz, 2014; Flinch, 2003; Mantilla-Pimiento, 2007).

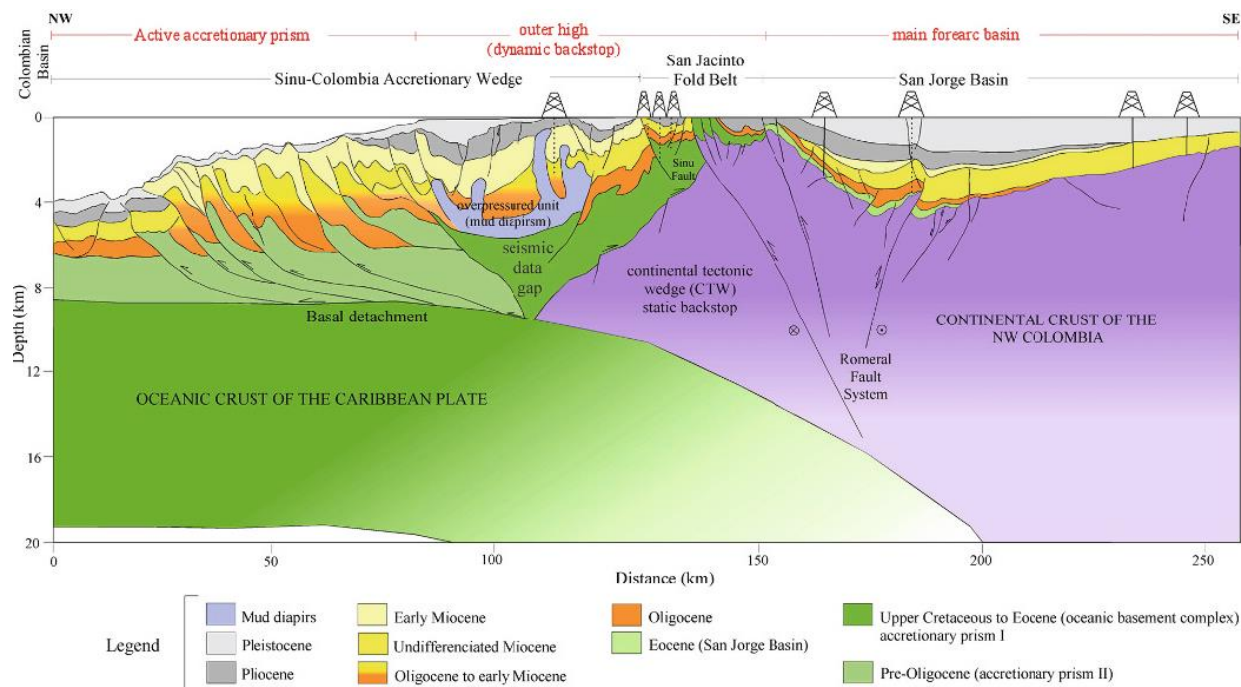


Figura 3. Principales características estructurales del Sinú San Jacinto (Mantilla Pimiento, 2009). Nótese que la cuenca Sinú San Jacinto se divide en dos debido a sus marcadas diferencias estructurales.

4.3 Estratigrafía de la zona de estudio.

La estratigrafía del Sinclinal de Tubará inicia con la Formación Hibácharo que se encuentra expuesta en los flancos del sinclinal. La Formación Hibácharo fue definida por Raasveldt (1953) y está conformada por lodolitas, limolitas y areniscas cuarzosas de grano fino con cemento calcáreo. La edad de esta formación está comprendida entre Mioceno medio a Mioceno superior, el espesor es de aproximadamente 600 metros y es suprayacida discordante por la Formación Tubará (Reyes y Zapata., 2001).

La base de la Formación Tubará se conforma de conglomerados polimícticos clasto soportados registrados en la literatura como Conglomerados de Isabel López y presentan espesores variables que descansan sobre la Formación Hibácharo. Esta unidad se caracteriza por tener bancos de conglomerados con clastos de hasta 10 cm de diámetro con una matriz arenosa de color amarillo,

también se encuentran intercalaciones de Shales en este segmento (Huguett et al., 1985). El resto de la Formación Tubará se caracteriza por litologías como lodolitas grises-amarillas, areniscas cuarzosas de grano fino, areniscas con cemento calcáreo y fósiles de bivalvos acompañados de algunos fragmentos líticos. Se han propuestos ambientes marino someros y marino marginales para la Formación Tubará (Bermúdez, 2016; Guzman, 2004), su edad se encuentra comprendida entre el Mioceno superior y el Plioceno, en algunas secciones se han llegado a medir espesores de hasta 1200 metros. La Formación Tubará está suprayacida discordantemente al tope por las Gravas de Rotinet (Barrera-Olmos, 2001; Huguett et al., 1985; Reyes y Zapata., 2001; Zapata et al., 2001).

El término Gravas de Rotinet Se refiere a un depósito de gravas de edad cuaternaria acumulado en los alrededores del Embalse del Guájaro en el departamento del Atlántico a unos 50km de Barranquilla. Link (1927) describe por primera vez esta unidad y le asigna una edad de Pleistoceno inferior y la interpreta como un abanico aluvial de gravas conformado principalmente por guijos y guijarros. La composición de esta unidad está representada principalmente por detritos de rocas ígneas, calizas y Chert negro. Las gravas de Rotinet gradan hacia el Oriente a tamaños de grano más finos. Estos depósitos de gravas sugieren una depositación sub aérea en un abanico aluvial, por lo tanto, esta unidad presenta espesores muy variables.

4.4 Geología estructural y relaciones entre las unidades muestreadas.

El Sinclinal de Tubará es un pliegue de gran extensión en el departamento del Atlántico con rumbo NNE-SSW, es asimétrico con buzamientos bajos entre 10° y 15°, algunos pocos buzamientos alcanzan los 20° (Barrera-Olmos, 2001; Duque-Caro, 1979; Raasveldt, 1953; Reyes y Zapata, 2001). Al occidente del Sinclinal de Tubará se encuentra el monoclinal de Piojó que se encuentra

separado del sinclinal por la falla de Juan de Acosta. Al oriente del Sinclinal de Tubará se encuentra el Anticlinal de Sibarco y el Sinclinal de Sabanalarga (Figura 4).

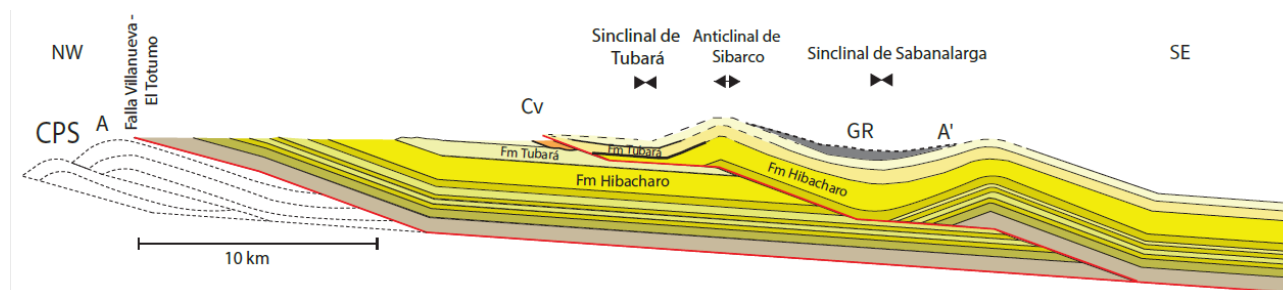


Figura 4. Corte geológico con las principales estructuras en el área de estudio.

En la figura 4 se logra observar que la Formación Tubará es la unidad más antigua muestreada, posterior a la Formación Tubará se encuentra el Conglomerado del Vaivén que corresponde a una unidad sintectónica asociada a la falla de Juan de Acosta según Galeano (2020). La unidad más joven muestreada corresponde a las Gravas de Rotinet que se depositan en el sinclinal de Sabanalarga discordantes sobre la formación Tubará.

5. Metodología

Se localizaron las unidades conglomeráticas expuestas en el norte del departamento del Atlántico con el fin de determinar los puntos de control y las localidades donde posteriormente se realizó el muestreo. En cada localidad se recogió una muestra extraída del afloramiento para realizar los conteos. Las muestras se llevaron al laboratorio para secarse en un horno a 110 °C de temperatura por un periodo de 24 horas y disgregarse. Posteriormente se tamizaron con tamices de tamaños 4.75 mm, 2.00 mm, 1.18 mm, 600 μ m, 250 μ m, 150 μ m y 75 μ m.

Luego de separar las fracciones de tamaño de grano se seleccionaron en promedio 100 clastos de la fracción superior a 4.75 mm en las localidades de Aguada de Pablo, El Vaivén y Rotinet. De los

clastos de la localidad de Tubará se escogieron los clastos superiores a 2.00 mm debido a que no se encontraron clastos superiores a 4.75 mm en esta localidad. Posteriormente se lavaron los clastos, y se realizaron conteos con el fin de identificar las composiciones de los clastos y definir las categorías que permitieron cuantificar variaciones de las familias de clastos por localidad. Finalmente se realizó una clasificación textural de redondez y esfericidad usando las tablas y todos los parámetros descritos por Tucker (2003).

6. Resultados

6.1.Descripción de las unidades

En el área de Tubará el afloramiento mide aproximadamente 15 metros de espesor y se encuentra en el flanco oriental del Sinclinal de Tubará en la base de la Formación Tubará según la cartografía de Galeano (2020). Este afloramiento se encuentra en el carreteable que comunica Tubará con Pital de Megua. En el afloramiento se encuentran sucesiones espesas de areniscas de grano medio y areniscas conglomeráticas que en algunos casos presentan lentes de conglomerados clasto soportados. Estas areniscas están pobremente seleccionadas, tienen granos subangulares con esfericidad baja, estas areniscas en promedio tienen un 80% armazón – 20% matriz. Estas capas de areniscas se intercalan con capas tabulares de lodolitas grises con laminación plano-paralela que presentan hojas fósiles en su interior. En las areniscas se encuentran intraclastos de lodo gris y estructuras de estratificaciones cruzadas rellenas de láminas de lodolitas (double mud drapes) y estructuras de flaser (Figura 5).

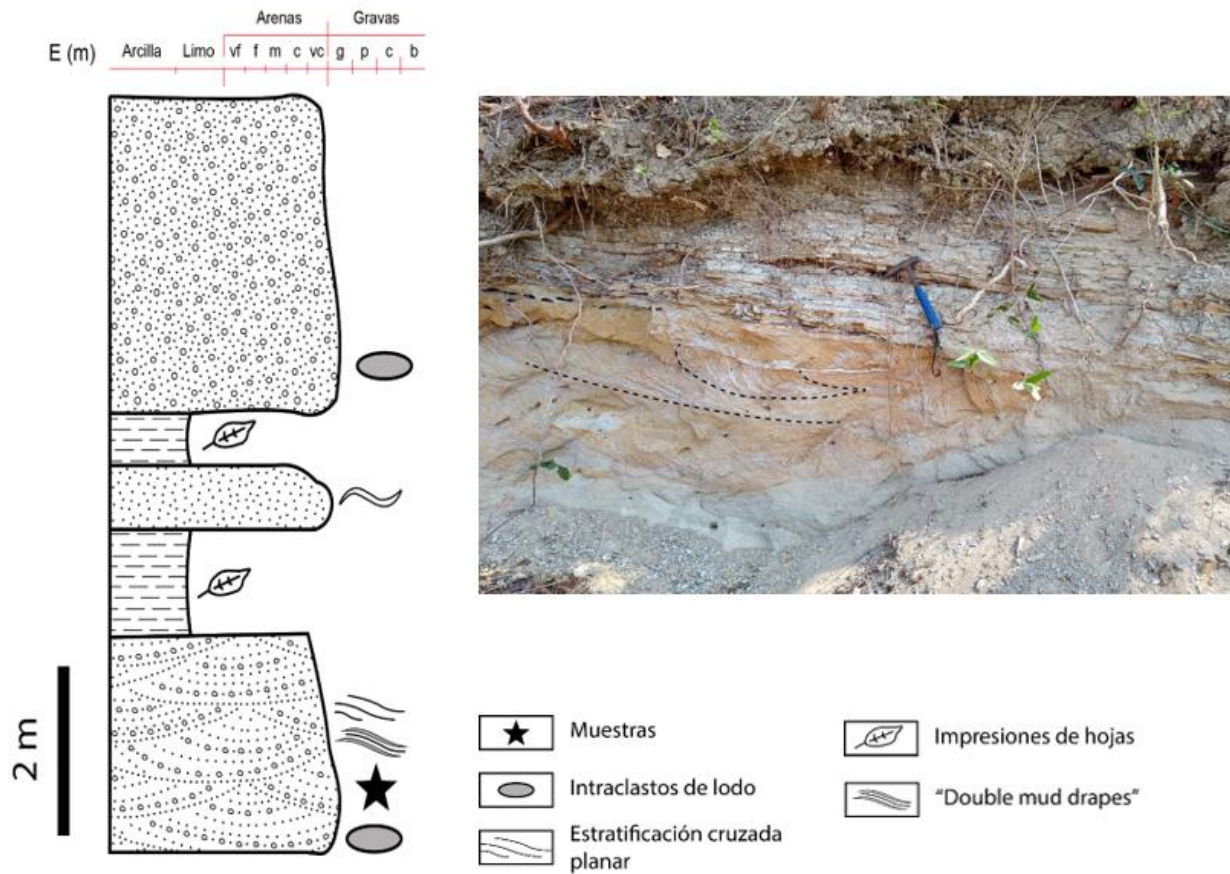


Figura 5. Columna esquemática de la localidad de Tubará y fotografía de las estructuras de double mud drapes.

En el área del Vaivén el afloramiento tiene un espesor de alrededor de 20 metros de espesor y se encuentra dentro de una cantera a las afueras de El Vaivén. Esta es la unidad sintectónica Conglomerado del Vaivén expuesta al oriente del sinclinal de Tubará según la cartografía de Galeano (2020). Esta unidad se trunca contra la falla de Juan de Acosta y no es correlacionable con otras unidades en la zona de estudio. Este conglomerado es más joven la Formación Tubará, pero más antigua que las Gravas de Rotinet. En la base de este afloramiento se encuentran conglomerados clasto soportados (60% armazón – 40% matriz) moderadamente seleccionados en capas lenticulares con tamaños de grano de guijarros subangulares con intraclastos métricos de

lodolitas laminadas, rip up clasts y costras ferruginosas. Los conglomerados se intercalan con lodolitas grises laminadas que buzcan 054/19. Estas lodolitas gradan lateralmente a litoareniscas de grano medio - fino bien seleccionadas que se acuñan con las capas lenticulares de conglomerados. Por su parte las lodolitas presentan espejos de falla. Los contactos entre las areniscas y los conglomerados son netos y se pueden observar algunos calcos de carga que indican polaridad normal en la secuencia. Finalmente, al tope de la secuencia de conglomerados y areniscas se encuentra una lodolita laminada con microfósiles calcáreos (Figura 6).

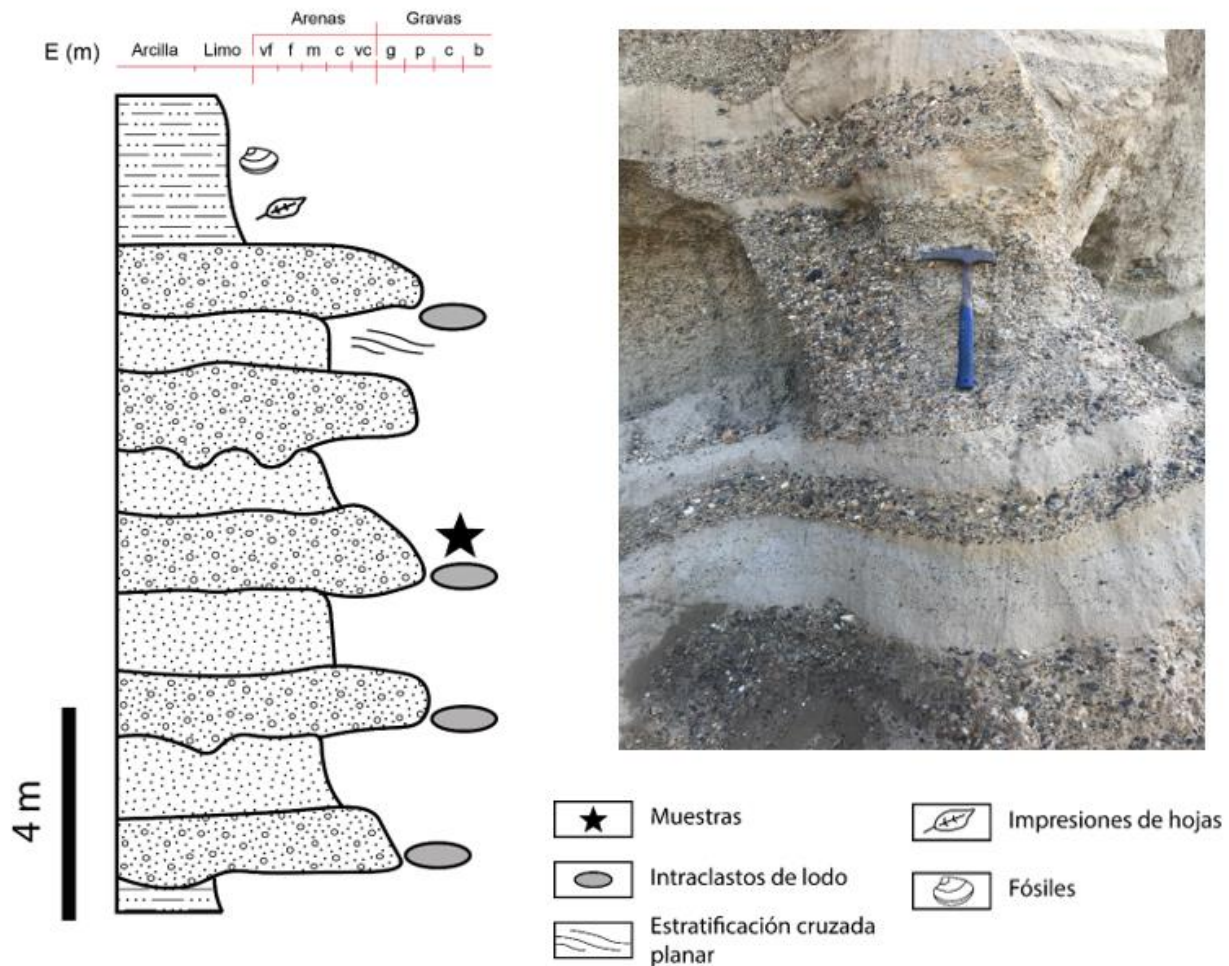


Figura 6. Columna esquemática de la localidad El Vaivén y fotografía de las capas de conglomerados.

En el área de Aguada de Pablo el afloramiento tiene un espesor de alrededor de 10 metros de espesor, este afloramiento se encuentra en la carretera que comunica Aguada de Pablo con Las Compuertas y hace parte de las Gravas de Rotinet según la cartografía de Reyes (2001). En el afloramiento se encuentran areniscas conglomeráticas con estructuras de estratificaciones cruzadas en artesa unidireccionales intercaladas con capas de conglomerados (lenticulares) muy pobremente seleccionados de matriz arenosa de grano fino – medio, amarilla rica en fragmentos de fosfatos. Estas areniscas en promedio tienen 60% armazón – 40% matriz, los clastos son subredondeados y con esfericidad baja, cabe resaltar que estos sedimentos están muy poco consolidados. En la base se encuentran capas macizas de arenisca con intraclastos de lodo gris y concreciones calcareas oxidadas (Figura 7).

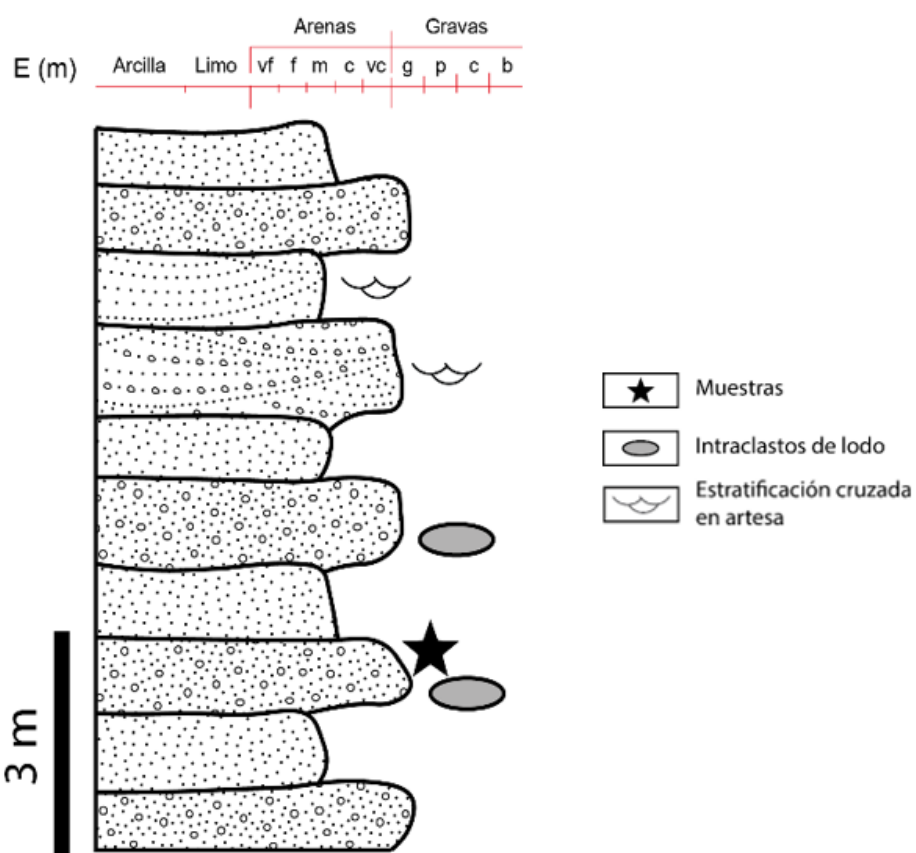


Figura 7. Columna esquemática de la localidad Aguada de Pablo.

En el área de Rotinet el afloramiento mide alrededor de unos 4 metros, este se encuentra en una cantera en la vía Rotinet – Repelón y hace parte de las Gravas de Rotinet según la cartografía de Reyes (2001). En este afloramiento se encuentran depósitos de gravas clasto soportadas muy pobremente seleccionadas con tamaños de grano de cantos, tiene aproximadamente un 80% armazón – 20% matriz. Los clastos son muy redondeados con esfericidad baja en su mayoría. La matriz de este conglomerado es de tamaño arena media - fina de color café y con restos de conchas muy rotas (Figura 8).

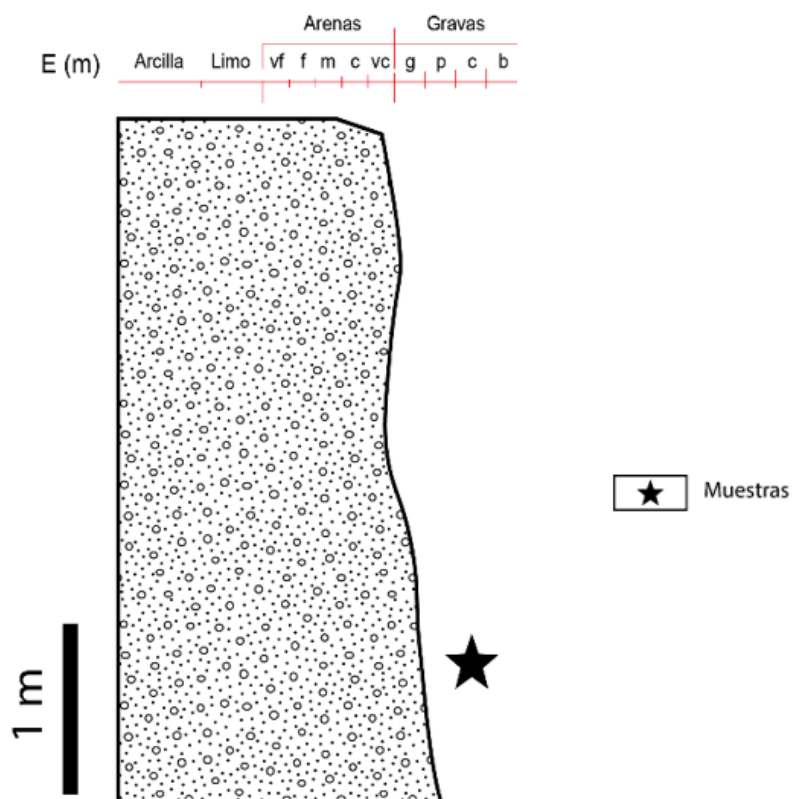


Figura 8. Columna esquemática de la localidad de Rotinet.

6.2.Composición de los clastos y textura de los clastos.

En las muestras analizadas se identificaron cinco categorías composicionales y una categoría de clastos indiferenciados. Las categorías composicionales se agrupan de la siguiente forma (Figura 9):

- Cuarzo: Esta categoría agrupa los Cuarzos policristalinos.
- Chert: Esta categoría agrupa todos los tipos de chert (chert negro, chert gris y chert Marrón).
- Líticos sedimentarios: Esta categoría agrupa principalmente fragmentos de otras rocas sedimentarias, entre estos se encuentran fragmentos de areniscas cuarzosas, lodolitas y areniscas conglomeráticas.
- Líticos metamórficos: Esta categoría agrupa principalmente fragmentos de rocas metamórficas como Gneises y un fragmento de Cuarcita.
- Líticos ígneos: Esta categoría agrupa fragmentos de rocas ígneas intrusivas y extrusivas en los que se pueden ver texturas afaníticas, faneríticas y porfiríticas.

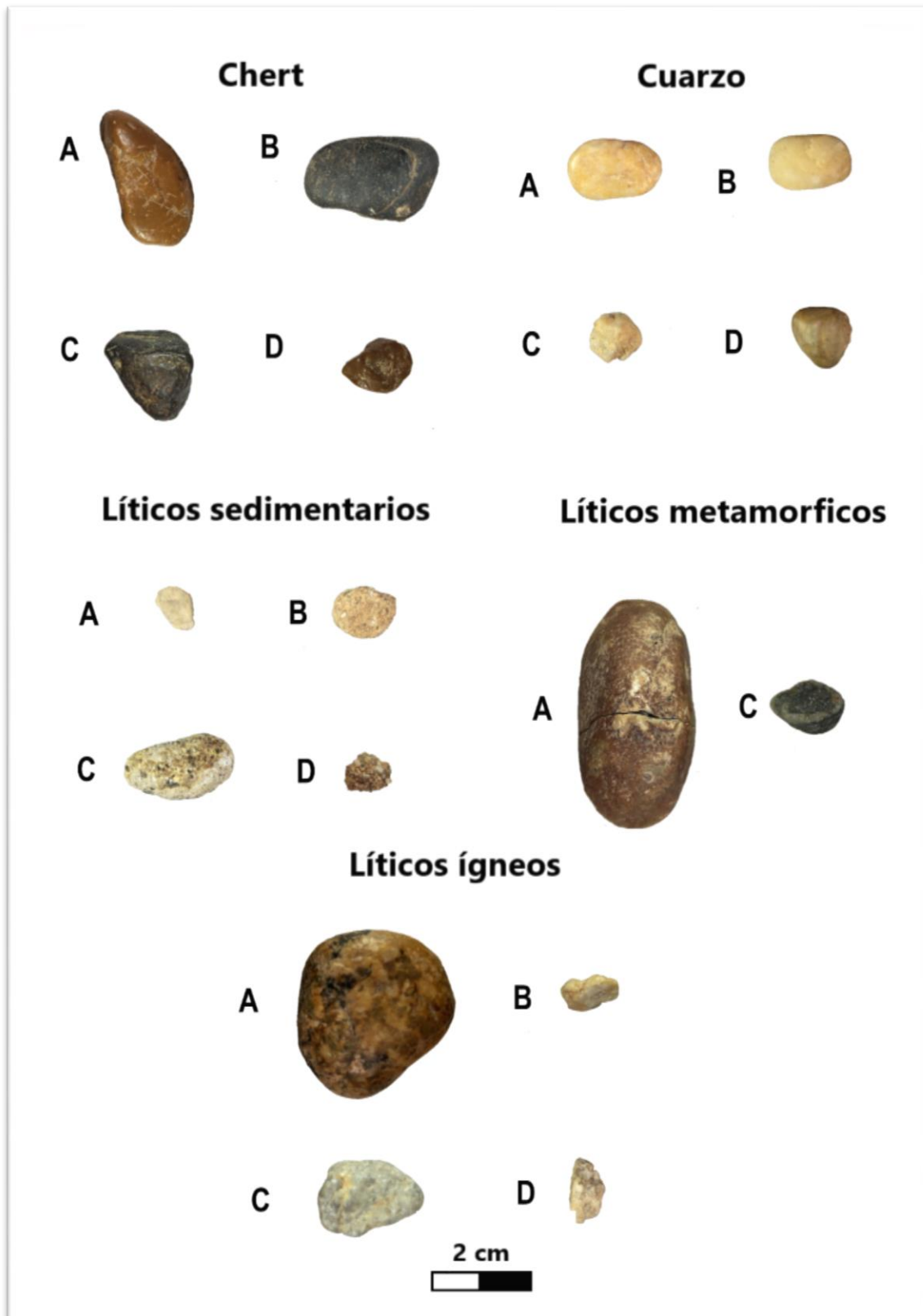


Figura 9. Tipos de clastos por localidades, en la esquina derecha inferior se muestra la ubicación de cada localidad: A. Rotinet. B. El vaivén. C. Aguada de Pablo. D. Tubará.

En la figura 10 se presentan las variaciones de las poblaciones de clastos de conglomerados de cada categoría en las diferentes localidades. La población de chert en la localidad de Rotinet constituye la gran mayoría de la muestra con un 67% de chert. La localidad Aguada de Pablo presenta un 54%, por su parte El Vaivén presenta 47% de chert. Finalmente, la localidad de Tubará presenta la menor proporción de chert con un 28%. Tubará tiene las mayores proporciones de líticos ígneos de todas las localidades con un 35%. La localidad de El Vaivén presenta 18% de líticos ígneos, por su parte Aguada de Pablo muestra una proporción de 15%. Finalmente, Rotinet presenta la menor proporción de líticos ígneos con un 9%.

Las proporciones de los fragmentos de cuarzo (Qz) en todas las localidades se comporta de manera similar con valores cercanos al 20%. Las poblaciones de Líticos Sedimentarios se comportan de manera similar en las localidades de El Vaivén 14%, Tubará 14% y Aguada de Pablo 11%. En la localidad de Rotinet con solo un 3% los líticos sedimentarios suponen una proporción bastante menor. Los fragmentos de líticos metamórficos sólo se encontraron en El Vaivén (1%) y Aguada de Pablo (2%).

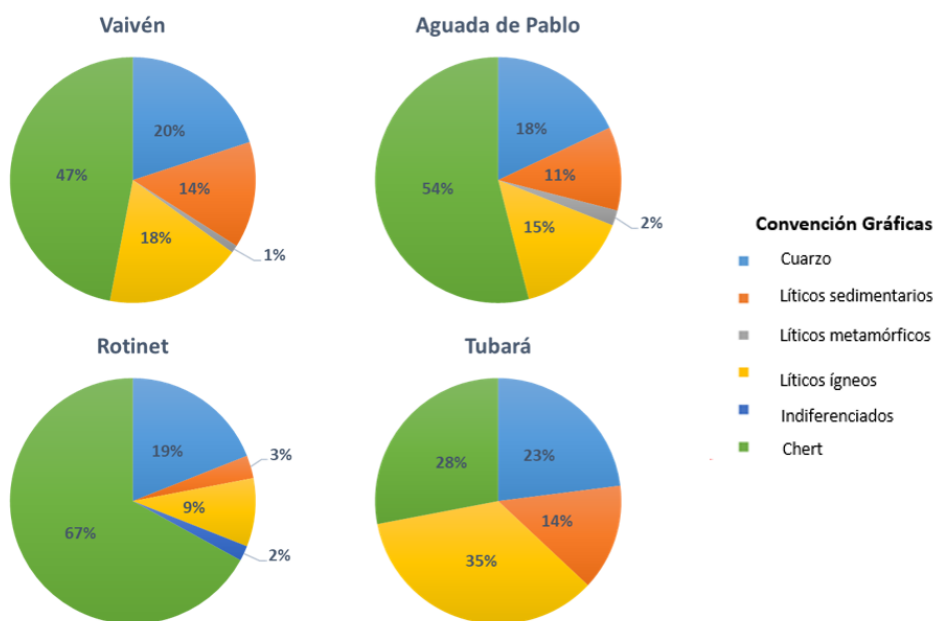


Figura 10. Variaciones de las poblaciones de clastos en las diferentes localidades.

En la figura 11 se muestran las variaciones texturales de cada localidad. En estas gráficas se relacionan las variables redondez y esfericidad. La localidad de Tubará tiene los clastos más angulares entre todas las localidades con un 63% de clastos que van de subangulares a muy angulares y un 37% de clastos que van de subredondeados a muy redondeados. La localidad con clastos más redondeados es la del Vaivén con un 87% de clastos que van de subredondeados a muy redondeados y un 13% de clastos que van de subangulares a muy angulares. Las localidades de Aguada de Pablo y Rotinet también presentan altos porcentajes de clastos redondeados. Aguada de Pablo presenta un 80% de clastos que van de subredondeados a muy redondeados, Rotinet por su parte presenta un 73%. Los porcentajes de clastos que van de sub angulares a muy angulares son de 20% Aguada de Pablo y 27% para Rotinet.

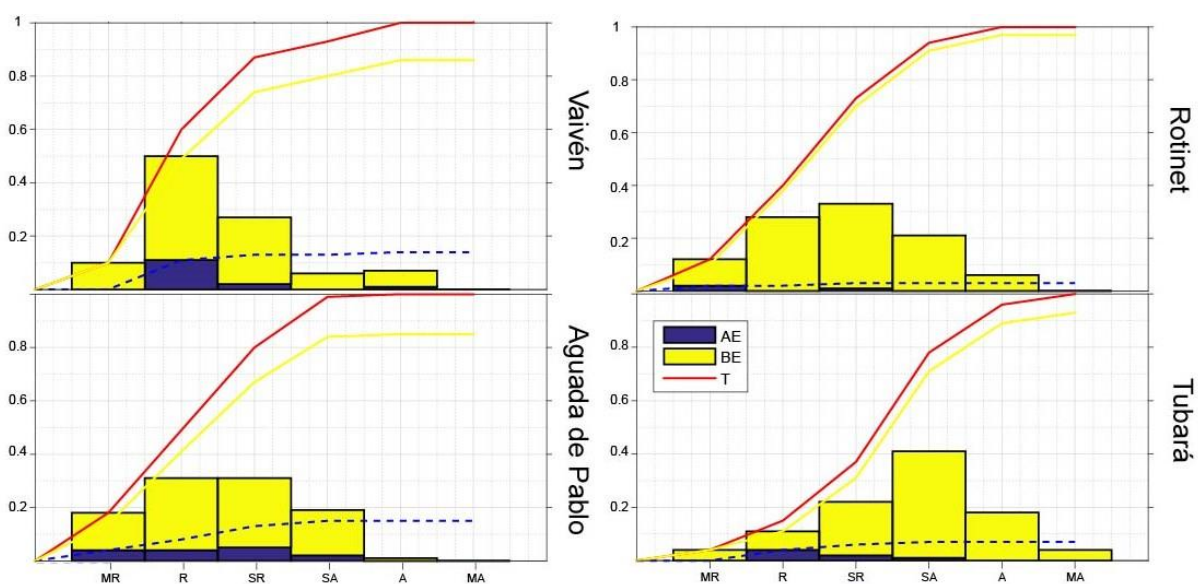


Figura 11. Histogramas con curvas de frecuencia relativa acumulada. La curva roja representa la frecuencia acumulada total. la curva azul representa la frecuencia relativa acumulada de los clastos con alta esfericidad, la curva roja amarilla representa la frecuencia relativa acumulada de los clastos con baja esfericidad. MR: muy redondeados, R: redondeados, SR: subredondeados, SA: subangulares, A: angulares, MA: muy angulares.

7. Discusión

La localidad de Tubará muestra una clara diferencia frente a las demás en términos de composición y textura con la mayor cantidad de fragmentos ígneos y clastos angulares, esto indica que ha sufrido menos retrabajamiento que el resto de las unidades (Figura 12). Esta tendencia podría explicarse debido a que esta es la unidad más antigua entre las unidades muestreadas, esto se relaciona directamente a la mayor abundancia de fragmentos ígneos y fragmentos angulares que se preservan en esta unidad debido a que no han sido tan retrabajados como los fragmentos del resto de unidades más jóvenes. Las proporciones de Cuarzo presentan un comportamiento constante en las áreas de muestreo, este no varía a medida que se cambia de estación. Este comportamiento constante probablemente se debe a que este es el material más estable, por lo tanto, es también el más resistente a la erosión entre todos los encontrados en las muestras. Este comportamiento también puede deberse a que las fuentes de cuarzo se mantuvieran constantes en el tiempo. Los líticos metamórficos solo fueron encontrados en dos localidades en proporciones mínimas, esto se debe principalmente a que estos son inestables y no resisten el retrabajamiento durante varios ciclos sedimentarios. No obstante, las bajas proporciones de líticos metamórficos también pueden sugerir que no hay disponibilidad de fuentes que puedan aportar clastos de este tipo. La proporción de chert es mayor en las unidades más jóvenes, esto podría deberse a que este es principalmente cuarzo microcristalino y a medida que los clastos inestables desaparecen durante los ciclos sedimentarios los clastos de Chert se preservan en el sistema y enriquecen las unidades más retrabajadas.

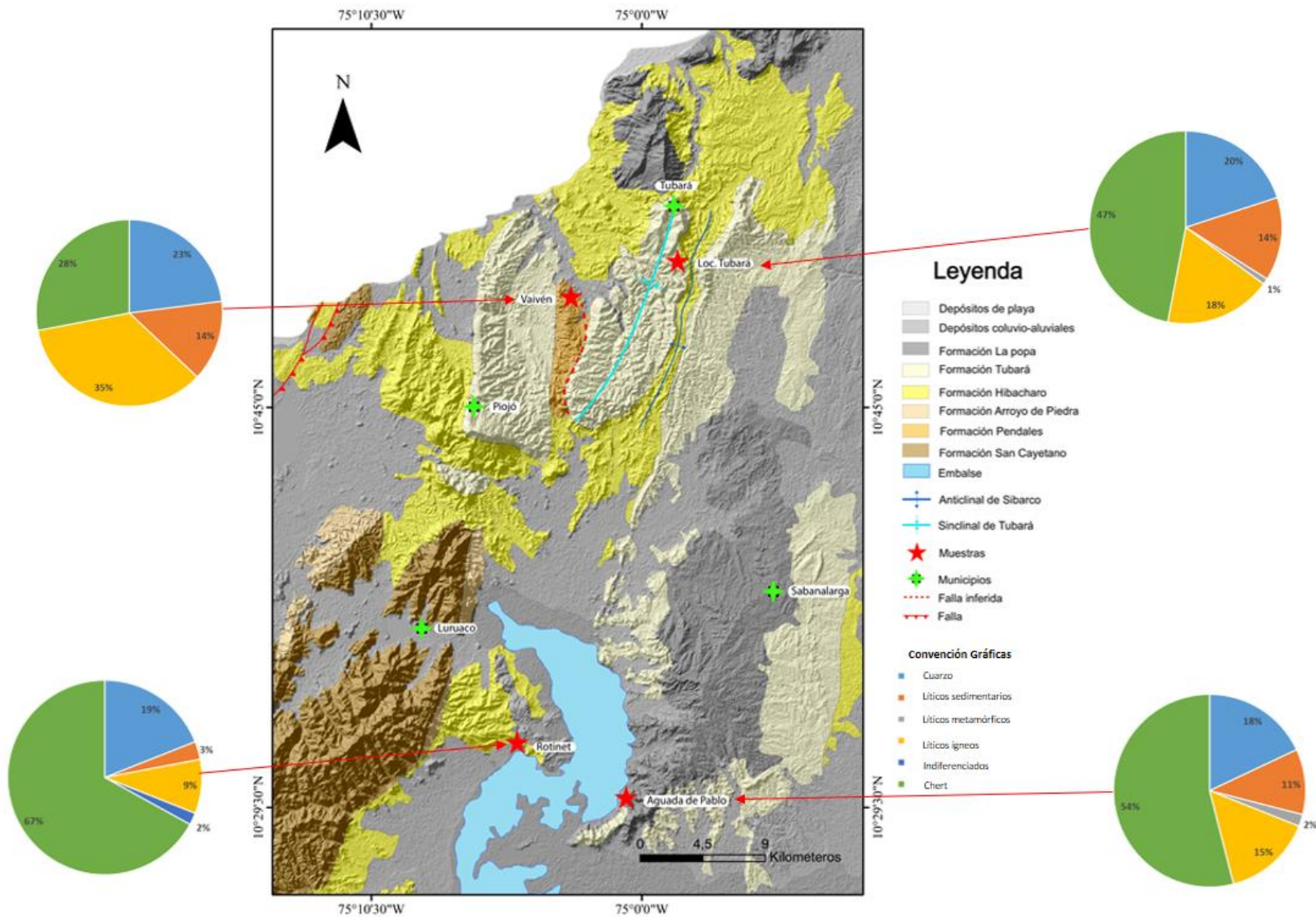


Figura 12. Variaciones de las poblaciones de clastos en la zona de estudio, se observa que las unidades más jóvenes contienen mayores porcentajes de chert.

Según la literatura geológica las gravas de Rotinet afloran en las inmediaciones del embalse del Guájaro, teniendo sus mejores afloramientos en los alrededores del Caserío Aguada de Pablo (Reyes y Zapata., 2001). La descripción de los afloramientos de la zona de Aguada de Pablo realizados en este trabajo muestran que la granulometría en esta localidad es más fina que la reportada en la literatura para las Gravas de Rotinet. A pesar de la diferencia entre el tamaño de grano reportado y el encontrado en campo para las Gravas de Rotinet, los datos de las poblaciones

de diferentes tipos de clastos en esta localidad son muy similares a las encontradas en la localidad de Rotinet. Las unidades encontradas en las localidades de Aguada de Pablo y Rotinet tienen en común que son depósitos no consolidados que generan la misma geomorfología. Además, tienen en común la zona en que se encuentran y su composición, en campo se observa que su posición estratigráfica relativa a las unidades adyacentes es similar. Todas estas características en conjunto sugieren que en estas dos localidades aflora la misma unidad y que las diferencias en la textura se pudieron presentar debido a una gradación lateral de las facies a lo largo del rumbo de las capas.

Las rocas expuestas en la localidad de Tubará sugieren que en esta localidad aflora el miembro basal de la Formación Tubará. Esto se determina a partir de la concordancia que esta unidad tiene con el resto de la secuencia expuesta en el sinclinal de Tubará en el que son típicas estas sucesiones de areniscas intercaladas con algunas capas de conglomerados. La secuencia expuesta en la localidad de El Vaivén sugiere que esta es una unidad sintectónica que se deposita debido a la actividad de la falla de Juan de Acosta. La principal característica que sugiere esto es la geometría de esta unidad que se trunca contra la falla. Esta unidad no es correlacionable con ninguna otra en el Sinclinal de Tubará debido a que no es concordante con el resto de la secuencia expuesta adyacente revisada durante la cartografía de Galeano (2020). Todos estos aspectos sumados sugieren que esta unidad es sintectónica y no se puede asociar por criterios como correlaciones o por su posición estratigráfica con otras unidades aflorantes en el sinclinal.

El contenido de chert, cuarzo, líticos ígneos y metamórficos proviene de unidades más antiguas con proporciones significativas de estas poblaciones de clastos. Las formaciones más probables que cumplen con estas características son las formaciones Paleógenas del CPSJ que se depositaron durante la colisión de la Placa Caribe y la exhumación de orógenos como la Cordillera Central. Estas formaciones son el resultado de la erosión y reabajamiento de la secuencia pre-Paleógena

expuesta en el San Jacinto sumado a la erosión de rocas ígneas cretácicas similares al Batolito Antioqueño (Cardona et al., 2015; Mora et al., 2018; Osorio-Granada et al., 2020). Las formaciones Paleógenas más cercanas a la zona de estudio con abundancias de clastos que puedan aportar a la procedencia de las rocas en la zona de estudio son las formaciones San Cayetano y Pendales. Estas se encuentran expuestas en el departamento del Atlántico en los dominios del anticlinorio de Luruaco (Barrera-Olmos, 2001; Reyes, 2001).

8. Conclusión

Las unidades expuestas en las localidades de Rotinet y Aguada de Pablo corresponden a lo que se conoce en la literatura como las Gravas de Rotinet. A pesar de las variaciones texturales que presenta la unidad a lo largo del rumbo, hay otros aspectos como la geomorfología y cercanía que apoyan esta hipótesis que además concuerda con lo planteado en la cartografía realizada por (Reyes, 2001). La unidad expuesta en la localidad de Tubará corresponde al conglomerado de Isabel López; además de la angularidad de los clastos de esta unidad y abundancia de clastos de tipo ígneo, sumado con la concordancia estratigráfica sugieren que este es el miembro más basal de la Formación Tubará. Relaciones de campo como truncamientos, observados durante la cartografía de Galeano (2020), sugieren que la unidad expuesta en la localidad del Vaivén muy probablemente corresponde a una unidad sintectónica local que se deposita debido a la actividad de la Falla de Juan de Acosta.

En el área de estudio la unidad menos retrabajada es la Formación Tubará debido a la abundancia de clastos angulosos encontrados en esta y su prominente población de líticos ígneos también muy angulosos. Los resultados sumados a las interpretaciones encontradas en la literatura podrían sugerir que las rocas más jóvenes del Cinturón Plegado de San Jacinto expuestas en el Atlántico

son producto del retrabajamiento de las rocas sedimentarias Paleógenas de la misma cuenca que a su vez son el resultado de procesos erosivos pasados. Las proporciones relativas de Cuarzo no varían en las localidades debido a que es el componente más resistente dentro de las poblaciones de clastos encontradas. No obstante, las fuentes de cuarzo pudieron haber permanecido disponibles durante la depositación de todas las unidades estudiadas lo que también pudo mantener constantes las proporciones de cuarzo. Los fragmentos de rocas ígneas desaparecen rápidamente debido a que estos son los más inestables y no resisten pasar por varios ciclos sedimentarios, sin embargo, esta tendencia podría deberse a un agotamiento en las fuentes de clastos de tipo ígneo. Los fragmentos de chert son más abundantes en las unidades más jóvenes y retrabajadas debido a que estos se resisten tanto como el Cuarzo a la erosión y enriquecen a las unidades más retrabajadas y jóvenes.

Pese a la interpretación brindada en este trabajo hay diversos factores que pueden enriquecer una roca en clastos de naturaleza ultraestable como Cuarzo o Chert que no se han tenido en cuenta, por ejemplo, el clima. Finalmente, es necesario aplicar técnicas de procedencia más refinadas como análisis de minerales pesados y Circones detríticos que permitan diferenciar más minuciosamente las unidades conglomeráticas en la zona de estudio para obtener conclusiones más certeras acerca de la evolución geológica local.

9. Referencias

- Aguilera, R., (2011). Petroleum Geology of Colombia, Sinú San Jacinto Basins. Geology and Hydrocarbon Potential. Vol. 12. ANH –university EAFIT. Department of Geology.
- Alfaro, E., and Holz, M., 2014, Review of the chronostratigraphic charts in the Sinú–San Jacinto basin based on new seismic stratigraphic interpretations: Journal of South American Earth Sciences, v. 56, p. 139–169, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.09.004>.
- Barrera-Olmos, R., (2001). *Geología de Las Planchas 16-17 Galerazamba Y Barranquilla*. INGEOMINAS, Bogotá. 1-49.

- Bayona, G., Lamus, F., Cardona, A., Jaramillo, C., & Montes, C. (2007). Procesos orogénicos del Paleoceno para la cuenca de Ranchería (Guajira, Colombia) y áreas adyacentes definidos por análisis de procedencia. *Geología Colombiana*, 32(0), 21–46.
- Bermúdez, H. (2016). Esquema estratigráfico de secuencias del registro sedimentario del cinturón Plegado de San Jacinto, Caribe colombiano. XII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en Cuenas Subandinas: Abstracts, septiembre 26-28, 2016, Bogotá.
- Bürgl, H., Barrios, M., & Röström, A. M. (1955). Micropaleontología y estratigrafía de una sección Arroyo Saco, Depto. del Atlántico. *Boletín Geológico*, 3(1), 1-114.
- Cardona, A., Montes, C., Ayala, C., Bustamante, C., Hoyos, N., Montenegro, O., ... & Rincón, D. (2012). From arc-continent collision to continuous convergence, clues from Paleogene conglomerates along the southern Caribbean–South America plate boundary. *Tectonophysics*, 580, 58-87.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2014). Atlas climatológico de Colombia. Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).
- Duque-Caro, H. (1979). Major Structural Elements and Evolution of Northwestern Colombia: Small Basin Margins. In Watkins, J., Montadert, J., & P. Wood Dickerson (Eds.), *Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins* (1ed., pp. 329-531). AAPG Memoir 29, Tulsa.
- Duque-Caro, H. (1984). Structural style, diapirism and accretionary episodes of the Sinú-San Jacinto terrane, southwestern Caribbean borderland. *Geol. Soc. Am. Mem*, 162, 303-316.
- Flinch, J. F. (2003). Structural evolution of the Sinú-Lower Magdalena area (Northern Colombia) in Bartolini, C., Buffler, R., & Blickwede, J (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics* (1., pp. 776-796). AAPG Memoir 79.
- Galeano, J. J. (2020). *Cartografía geológica de las unidades Neógenas del Noreste del cinturón plegado de San Jacinto, Colombia*. Tesis de pregrado.
- Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, Á. & Diederix, H., compiladores. 2015. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1 000 000. Servicio Geológico Colombiano, 2 hojas. Bogotá.

- Guzmán, G., Gómez, E., & Serrano, B. (2004). Geología de los cinturones del Sinú, San Jacinto y borde occidental del valle inferior del Magdalena-Caribe Colombiano. Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá. 1-134.
- Huguett, A. (1985). Resumen de la hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique. *Boletín Geológico*, 29(1), 85-172.
- Link, T. A. (1927). Post-Tertiary strand-line oscillations in the Caribbean coastal area of Colombia, South America. *The Journal of Geology*, 35(1), 58-72.
- Lamus, F., Bayona, G., Cardona, A., & Mora, A. (2013). Procedencia de las unidades cenozoicas del sinclinal de guaduas: Implicación en la evolución tectónica del sur del valle medio del Magdalena y orógenos adyacentes. *Boletín de Geología*, 35(1), 17–42.
- Mantilla-Pimiento, A. M., Jentzsch, G., Kley, J., & Alfonso-Pava, C. (2009). Configuration of the Colombian Caribbean margin: Constraints from 2D seismic reflection data and potential fields interpretation. In Lallemand, S., & Funicello, F (Eds), *Subduction zone geodynamics* (1ed., pp. 247-272). Springer, Berlín, Heidelberg.
- Montes, C., Rodríguez-Corcho, A. F., Bayona, G., Hoyos, N., Zapata, S., & Cardona, A. (2019). Continental margin response to multiple arc-continent collisions: The northern Andes-Caribbean margin. *Earth-Science Reviews*, 198(1), 1-19.
- Mora, J. A., Oncken, O., Le Breton, E., Ibáñez-Mejía, M., Faccenna, C., Veloza, G., ... & Mesa, A. (2017). Linking Late Cretaceous to Eocene tectonostratigraphy of the San Jacinto fold belt of NW Colombia with Caribbean Plateau collision and flat subduction. *Tectonics*, 36(11), 2599-2629.
- Mora, J. A., Oncken, O., Le Breton, E., Mora, A., Veloza, G., Vélez, V., & de Freitas, M. (2018). Controls on forearc basin formation and evolution: Insights from Oligocene to Recent tectono-stratigraphy of the Lower Magdalena Valley basin of northwest Colombia. *Marine and Petroleum Geology*, 97(February), 288–310. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.06.032>
- Miall, A.D., 1985, Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits: *EarthScience Reviews*, v. 22, p. 261-308.
- Osorio-Granada, E., Pardo-Trujillo, A., Restrepo-Moreno, S. A., Gallego, F., Muñoz, J., Plata, A., ... & Foster, D. A. (2020). Provenance of Eocene–Oligocene sediments in the San Jacinto

Fold Belt: Paleogeographic and geodynamic implications for the northern Andes and the southern Caribbean. *Geosphere*, 16(1), 210-228.

Pickering, K., Hiscott, R. (2016). *Deep Marine Systems: Processes, Deposits, Environments, Tectonic and Sedimentation.*, Oxford, England: John Wiley & Sons.

Raasveldt, H. C. (1953). Algunas anotaciones al croquis fotogeológico del departamento del Atlántico. *Serv. Geol. Nal. Informe no. 936*. Bogotá.

Restrepo-Moreno, S.A., 2009, Long-term morphotectonic evolution and denudation chronology of the Antioqueño Plateau, Cordillera Central, Colombia [Ph.D. thesis]: Gainesville, University of Florida, 223 p.

Reyes, G., Zapata, G. (2001). *Geología de la plancha 24 Sabanalarga*. INGEOMINAS, Bogotá. 19-50.

Tucker, M. E. (2003). *Sedimentary rocks in the field*. John Wiley & Sons.

Walker, R. G. (1992). Turbidites and submarine fans. In Walker, R. G., James, N.P (Eds) *Facies Models, response to sea level change* (1ed., pp. 239-263). St. John's, Newfoundland: Association géologique du Canada.

Zapata, G., Reyes, G., Barrera, R. (2001). *Mapa Geológico generalizado del departamento del Atlántico*. Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá. 1-40.